

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—40495

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>

F 28 F 19/06

C 23 C 13/02

識別記号

1 0 1

庁内整理番号

7380—3L

7537—4K

④ 公開 昭和58年(1983)3月9日

発明の数 8

審査請求 有

(全 11 頁)

⑤ 耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器

号住友軽金属工業株式会社技術  
研究所内

② 特 願 昭56—136976

② 出 願 昭56(1981)9月2日

⑦ 発 明 者 馬場義雄

名古屋市港区千年三丁目1番12

号住友軽金属工業株式会社技術

研究所内

⑦ 発 明 者 福井利安

名古屋市港区千年三丁目1番12

号住友軽金属工業株式会社技術

研究所内

⑦ 発 明 者 入江宏

名古屋市港区千年三丁目1番12

⑦ 発 明 者 池田洋

名古屋市港区千年三丁目1番12

号住友軽金属工業株式会社技術

研究所内

⑦ 発 明 者 三浦達夫

刈谷市昭和町1丁目1番地日本

電装株式会社内

⑦ 出 願 人 住友軽金属工業株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4

番4号

⑦ 代 理 人 弁理士 小松秀岳

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器

2. 特許請求の範囲

1. Sn 0.002～0.02%未満、Mn 0.2～2%を含み、Cuを0.5%以下に抑えた残部アルミニウムおよび不可避の不純物からなるアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si、Al-Si-Mg、Al-Si-Mg-BiあるいはAl-Si-Bi-Be系ろう材を皮材としてなるブレーシングシートをもってフィン材を構成し、少なくともCu 0.03～0.5%を含み、残部アルミニウムおよび不可避の不純物からなるアルミニウム合金押出型材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

2. Sn 0.002～0.02%未満、Mn 0.2～2%を含み、Cuを0.5%以下に抑えた残部アルミニウムおよび不可避の不純物からなるアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si、Al-Si-Mg、Al

-Si-Mg-BiあるいはAl-Si-Bi-Be系ろう材を皮材としてなるブレーシングシートをもってフィン材を構成し、Cu 0.03～0.5%を含み、さらにMn 0.3～1.5%、Mg 0.2～1%、Zr 0.01～0.3%、Ti 0.05～0.3%、Cr 0.01～0.3%、Fe 0.1～1%のうち1種または2種以上を含むアルミニウム合金押出型材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

3. Sn 0.002～0.02%未満、Mn 0.2～2%を含み、Cuを0.5%以下に抑え、さらにZn 0.2～1.5%、Bi 0.005～0.3%のうち少なくとも1種を含むアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si、Al-Si-Mg、Al-Si-Mg-BiあるいはAl-Si-Bi-Be系ろう材を皮材としてなるブレーシングシートをもってフィン材を構成し、少なくともCu 0.03～0.5%を含み、残部アルミニウムおよび不可避の不純物からなるアルミニウム合金押出型材をもって作動流体通路

を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

4. Sn 0.002～0.02%未満、Mn 0.2～2%を含み、Cuを0.5%以下に抑え、さらにZn 0.2～1.5%、Bi 0.005～0.3%のうちの少なくとも1種を含むアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si、Al-Si-Mg、Al-Si-Mg-BiあるいはAl-Si-Bi-Be系ろう材を皮材としてなるブレーシングシートをもってフィン材を構成し、Cu 0.03～0.5%を含み、さらにMn 0.3～1.5%、Mg 0.2～1%、Zr 0.01～0.3%、Ti 0.05～0.3%、Cr 0.01～0.3%、Fe 0.1～1%のうちの1種または2種以上を含むアルミニウム合金押出形材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

5. Sn 0.002～0.02%未満、Mn 0.2～2%を含み、Cuを0.5%以下に抑え、さらにFe 0.1～1%、Mg 0.2～2%、Zr 0.01～0.3%、Cr 0.01～0.3%、Ti 0.05～0.3%のうちの1種

%, Ti 0.05～0.3%, Cr 0.01～0.3%, Fe 0.1～1%のうちの1種または2種以上を含むアルミニウム合金押出形材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

7. Sn 0.002～0.02%未満、Mn 0.2～2%を含み、Cuを0.5%以下に抑え、さらにZn 0.2～1.5%、Bi 0.005～0.3%のうちの少なくとも1種を含み、かつFe 0.05～0.3%、Mg 0.2～2%、Zr 0.01～0.3%、Cr 0.01～0.3%、Ti 0.05～0.3%のうちの1種または2種以上を含むアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si、Al-Si-Mg、Al-Si-Mg-BiあるいはAl-Si-Bi-Be系ろう材を皮材としてなるブレーシングシートをもってフィン材を構成し、少なくともCu 0.03～0.5%を含み、残部アルミニウムおよび不可避免的不純物からなるアルミニウム合金押出形材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

または2種以上を含むアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si、Al-Si-Mg、Al-Si-Mg-BiあるいはAl-Si-Bi-Be系ろう材を皮材としてなるブレーシングシートをもってフィン材を構成し、少なくともCu 0.03～0.5%を含み、残部アルミニウムおよび不可避免的不純物からなるアルミニウム合金押出形材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

6. Sn 0.002～0.02%未満、Mn 0.2～2%を含み、Cuを0.5%以下に抑え、さらにFe 0.1～1%、Mg 0.2～2%、Zr 0.01～0.3%、Cr 0.01～0.3%、Ti 0.01～0.3%のうちの1種または2種以上を含むアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si、Al-Si-Mg、Al-Si-Mg-BiあるいはAl-Si-Bi-Be系ろう材を皮材としてなるブレーシングシートをもってフィン材を構成し、Cu 0.03～0.5%を含み、さらにMn 0.3～1.5%、Mg 0.2～1%、Zr 0.01～0.3

8. Sn 0.002～0.02%未満、Mn 0.2～2%を含み、Cuを0.5%以下に抑え、さらにZn 0.2～1.5%、Bi 0.005～0.3%のうちの少なくとも1種を含み、かつFe 0.05～0.3%、Mg 0.2～2%、Zr 0.01～0.3%、Cr 0.01～0.3%、Ti 0.05～0.3%のうちの1種または2種以上を含むアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si、Al-Si-Mg、Al-Si-Mg-BiあるいはAl-Si-Bi-Be系ろう材を皮材としてなるブレーシングシートをもってフィン材を構成し、Cu 0.03～0.5%を含み、さらにMn 0.3～1.5%、Mg 0.2～1%、Zr 0.01～0.3%、Ti 0.05～0.3%、Cr 0.01～0.3%、Fe 0.1～1%のうちの1種または2種以上を含むアルミニウム合金押出形材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

### 3. 発明の詳細な説明

本発明は、耐食性にすぐれた構造を有するアルミニウム合金製熱交換器に関するもので、そ

の目的とするところは、カーターラーコンデンサ、自動車用ラジエータ等の熱交換器として用いた場合に、フィン材の犠牲陽極作用によって、作動流体通路となる板あるいは管材を腐食から保護せんとするものである。

一般にろう付で組立てられるアルミニウム合金製の空冷式熱交換器は、作動流体（冷媒、冷却水など）の通路と、空気側の冷却用フィン材とによって構成されている。この場合、作動流体通路を構成する板あるいは管材および冷却用フィン材を構成する板のいずれか一方あるいは両方にブレーシングシート（アルミニウムあるいは耐食アルミニウム合金を芯材とし、 $Al-Si$ 、 $Al-Si-Mg$ 、 $Al-Si-Mg-Bi$  あるいは  $Al-Si-Bi-Be$  系合金を皮材とした合せ板）を用いて、ろう付けにより金属接合されているのが普通である。

しかし、これらの熱交換器が厳しい腐食環境にさらされたとき、作動流体通路を構成する材料において空気側より著しい孔食を生じ、内部流体の洩れを生ずるようになるため、当該熱交

換器の使用範囲に多くの制限が加えられていた。

すなわち、従来の熱交換器では第1図に示すように、フィン1と作動流体通路3とのろう付けフィレット部2の自然電極電位が、作動流体通路の構成材料のそれより貴となるため、作動流体通路構成材3がアノードとなって腐食電流は矢印の如く作動流体通路構成材3からろう付けフィレット部2へと流れ、作動流体通路構成材3に孔食4を生じることとなる。

そのような腐食の対策として、作動流体通路構成材とフィンを構成する材料の組成並びに組合せを規定することによって、空気側フィンを犠牲陽極とし、作動流体通路構成材の空気側表面を防食する方法がある。この方法では、第2図に示すように、フィン1がアノードとなり、作動流体通路構成材3がフィレット部2と同様にカソードとなるため、腐食電流はフィン1から作動流体通路構成材3、フィレット部2に矢印の如く流れ、フィン1には孔食5が生じるが、作動流体通路構成材3は防食され、作動流体の

漏洩という事故を回避できる。

ところで近年のアルミニウムのろう付は生産性の向上、公害対策などの点から非酸化性雰囲気中でフラックスを用いずに行なう方法が多く採用されるようになった。中でもGE法または真空ろう付法と呼ばれている、真空（ $10^{-5}$  torr程度）環境でのフラックスレスろう付法は現在のアルミニウム材料のろう付方法の主流になっている。しかし、この場合には、従来よく用いられている $Al-Zn$ 系犠牲陽極材は、 $Zn$ の蒸気圧が高いために、真空環境で炉中に飛散してしまうため活用できない。そこで、飛散を見込んで過剰の $Zn$ をフィン材に添加する方法もあるが、炉の汚染が著しく、またろう付け性が低下することもあり、好ましくない。また、 $Zn$ の代りに飛散を生じない $Sn$ 、 $In$ 、 $Ga$ などをフィン芯材ないしろう材に添加し、犠牲陽極材とするとも考えられるが、これらの元素はほとんど固溶せず、晶出してしまふと、添加量が微量でも、鑄造時、熱間圧延時に割れを生じ、材料の生産

性が低下する。発明者らは、ろう付時に飛散せずに犠牲陽極材としての特性を保持しつつ、より生産性を向上させる方法について研究した結果、本発明に到達した。

発明者らの研究によれば、ある特定の濃度以上 $Sn$ を添加することによって犠牲陽極効果が生じるが、材料生産時の割れも $Sn$ 添加量に伴って増大する傾向が見出された。割れを生じない程度の極微量の $Sn$ を添加した材料は、 $Al-Sn$ 二元合金では犠牲陽極を生じないが、固溶限の広い $Mn$ 、 $Mg$ 、 $Si$ などの第三元素を比較的多量添加した三元合金とすることで、犠牲陽極効果を生じることを見出したのである。さらに材料中に電極電位を貴にする作用の大な元素たとえば $Cu$ が添加されると、同一材料中でマイクロガルバニックセルが形成され、犠牲陽極効果が阻害されることも見出した。なお、本材料はブレーシングシートフィン材の芯材であるため、犠牲陽極効果のみならず、良好なろう付け性およびろう付後の強度を保持している必要がある。し

たがって、上記第三元素中 Mg は Zn 同様 1 部は炉中に飛散し、逆に芯材中に多く残留するところろ材中の Si を呼び込みろ付不良を生じやすく、ろ付後の材料強度の向上も期待し得ないためその他の諸特性を改善する補足的な添加剤として以外活用し難い。

Si も同様に熔融温度の低下をもたらす、強度向上も期待し得ないため主添加元素とはしにくい。結局添加第三元素としては Mn が最適であると判断された。ただし Mn は Cu 同様材料の電極電位を貴にする傾向がわずかながら認められるため、犠牲陽極効果を十分に発揮するには、被防食材すなわち作動流体通路構成材の組成にも制限が生じる。すなわち、作動流体通路構成材は自己腐食速度を増大させることなく、材料の自然電極電位を貴にする必要がある。この目的を達成する添加元素が Cu であるが、Cu は過剰に添加すると粒界腐食を生じる恐れがある。

以上のような犠牲陽極性能をもつフィン材ブレージングシートとカソード特性を有する作動

流体通路構成材との組合せについての研究により得られた知見をもとになされたのが下記本発明である。すなわち、

1. Sn 0.002 ~ 0.02 重量%未満、Mn 0.2 ~ 2 重量%を含み、Cu を 0.5 重量%以下に抑えた残部アルミニウムおよび不可避的不純物からなるアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si, Al-Si-Mg, Al-Si-Mg-Bi あるいは Al-Si-Bi-Be 系ろう材を皮材としてなるブレージングシートをもってフィン材を構成し、少なくとも Cu 0.03 ~ 0.5 重量%を含み、残部アルミニウムおよび不可避的不純物からなるアルミニウム合金押出型材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

2. Sn 0.002 ~ 0.02 重量%未満、Mn 0.2 ~ 2 重量%を含み、Cu を 0.5 重量%以下に抑えた残部アルミニウムおよび不可避的不純物からなるアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si, Al-Si-Mg, Al-Si-Mg-Bi あるいは Al-Si-Bi-Be 系ろう材を皮材と

してなるブレージングシートをもってフィン材を構成し、Cu 0.03 ~ 0.5 重量%を含み、さらに Mn 0.3 ~ 1.5 重量%, Mg 0.2 ~ 1 重量%, Zr 0.01 ~ 0.3 重量%, Ti 0.05 ~ 0.3 重量%, Cr 0.01 ~ 0.3 重量%, Fe 0.1 ~ 1 重量%のうち 1 種または 2 種以上を含むアルミニウム合金押出型材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

3. Sn 0.002 ~ 0.02 重量%未満、Mn 0.2 ~ 2 重量%を含み、Cu を 0.5 重量%以下に抑え、さらに Zn 0.2 ~ 1.5 重量%, Bi 0.005 ~ 0.3 重量%のうち少なくとも 1 種を含むアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si, Al-Si-Mg, Al-Si-Mg-Bi あるいは Al-Si-Bi-Be 系ろう材を皮材としてなるブレージングシートをもってフィン材を構成し、少なくとも Cu 0.03 ~ 0.5 重量%を含み、残部アルミニウムおよび不可避的不純物からなるアルミニウム合金押出型材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

4. Sn 0.002 ~ 0.02 重量%未満、Mn 0.2 ~ 2 重量%を含み、Cu を 0.5 重量%以下に抑え、さらに Zn 0.2 ~ 1.5 重量%, Bi 0.005 ~ 0.3 重量%のうち少なくとも 1 種を含むアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si, Al-Si-Mg, Al-Si-Mg-Bi あるいは Al-Si-Bi-Be 系ろう材を皮材としてなるブレージングシートをもってフィン材を構成し、Cu 0.03 ~ 0.5 重量%を含み、さらに Mn 0.3 ~ 1.5 重量%, Mg 0.2 ~ 1 重量%, Zr 0.01 ~ 0.3 重量%, Ti 0.05 ~ 0.3 重量%, Cr 0.01 ~ 0.3 重量%, Fe 0.1 ~ 1 重量%のうち 1 種または 2 種以上を含むアルミニウム合金押出型材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

5. Sn 0.002 ~ 0.02 重量%未満、Mn 0.2 ~ 2 重量%を含み、Cu を 0.5 重量%以下に抑え、さらに Fe 0.1 ~ 1 重量%, Mg 0.2 ~ 2 重量%, Zr 0.01 ~ 0.3 重量%, Cr 0.01 ~ 0.3 重量%, Ti 0.05 ~ 0.3 重量%のうち 1 種または 2 種以上を含むアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si, Al-Si-Mg, Al-Si-Mg-Bi あるいは

は Al-Si-Bi-Be 系ろう材を皮材としてなるブレーシングシートをもってフィン材を構成し、少なくとも Cu 0.03～0.5 ㉿を含み、残部アルミニウムおよび不可避的不純物からなるアルミニウム合金押出形材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

6. Sn 0.002～0.02 ㉿未満、Mn 0.2～2 ㉿を含み、Cu を 0.5 ㉿以下に抑え、さらに Fe 0.1～0.3 ㉿、Mg 0.2～2 ㉿、Zr 0.01～0.3 ㉿、Cr 0.01～0.3 ㉿、Ti 0.01～0.3 ㉿のうち 1 種または 2 種以上を含むアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si、Al-Si-Mg、Al-Si-Mg-Bi あるいは Al-Si-Bi-Be 系ろう材を皮材としてなるブレーシングシートをもってフィン材を構成し、Cu 0.03～0.5 ㉿を含み、さらに Mn 0.3～1.5 ㉿、Mg 0.2～1 ㉿、Zr 0.01～0.3 ㉿、Ti 0.05～0.3 ㉿、Cr 0.01～0.3 ㉿、Fe 0.1～1 ㉿のうち 1 種または 2 種以上を含むアルミニウム合金押出形材をもって作動流体通路を構成し、これ

1 種を含み、かつ Fe 0.05～0.3 ㉿、Mg 0.2～2 ㉿、Zr 0.01～0.3 ㉿、Cr 0.01～0.3 ㉿、Ti 0.05～0.3 ㉿のうち 1 種または 2 種以上を含むアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si、Al-Si-Mg、Al-Si-Mg-Bi あるいは Al-Si-Bi-Be 系ろう材を皮材としてなるブレーシングシートをもってフィン材を構成し、Cu 0.03～0.5 ㉿を含み、さらに Mn 0.3～1.5 ㉿、Mg 0.2～1 ㉿、Zr 0.01～0.3 ㉿、Ti 0.05～0.3 ㉿、Cr 0.01～0.3 ㉿、Fe 0.1～1 ㉿のうち 1 種または 2 種以上を含むアルミニウム合金押出形材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

上記第 1 発明における芯材中の Sn の効果は、芯材の自然電極電位を卑にし、犠牲陽極とすることであり、下限未満の量を添加してもその効果は不十分であり、上限を超える量を添加すると、鋳造時の割れ、圧延時の割れなど材料製造上の障害を生じる。

らを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

7. Sn 0.002～0.02 ㉿未満、Mn 0.2～2 ㉿を含み、Cu を 0.5 ㉿以下に抑え、さらに Zn 0.2～1.5 ㉿、Bi 0.005～0.3 ㉿のうちの少なくとも 1 種を含み、かつ Fe 0.05～0.3 ㉿、Mg 0.2～2 ㉿、Zr 0.01～0.3 ㉿、Cr 0.01～0.3 ㉿、Ti 0.05～0.3 ㉿のうち 1 種または 2 種以上を含むアルミニウム合金を芯材とし、Al-Si、Al-Si-Mg、Al-Si-Mg-Bi あるいは Al-Si-Bi-Be 系ろう材を皮材としてなるブレーシングシートをもってフィン材を構成し、少なくとも Cu 0.03～0.5 ㉿を含み、残部アルミニウムおよび不可避的不純物からなるアルミニウム合金押出形材をもって作動流体通路を構成し、これらを組合せてなることを特徴とする耐食性にすぐれた構造を有する熱交換器。

8. Sn 0.002～0.02 ㉿未満、Mn 0.2～2 ㉿を含み、Cu を 0.5 ㉿以下に抑え、さらに Zn 0.2～1.5 ㉿、Bi 0.005～0.3 ㉿のうちの少なくとも

また、Mn は微量添加した Sn の効果をひきだすことを主たる効果とするが、さらにろう付後の材料強度の向上にも寄与する。ただし、添加量が下限未満ではこのような効果が不十分であり、上限を超えると巨大析出物を生成し、材料欠陥を生じるため好ましくない。

Cu の抑制は材料の自然電極電位を卑に保持し、マイクロガルバニックセルの発生防止に伴う自己腐食の抑制を目的とするもので、Cu 含有量が上限以上ではこれらの効果が不十分となる。

ブレーシングシートフィン材皮材のろう材は、ろう付方法によりその組成が異なるが、本発明は単に高真空フラックスレスろう付法のみならず、低真空フラックスろう付法、不活性ガス置換フラックスレスろう付法、フラックスを用いる炉中ろう付法など既知のどのろう付法についても活用し得るものであり、既知の各種ろう材組成によって制限されない。

また、作動流体通路構成材材材に添加された Cu は材料の自然電極電位を貴にして、フィン材

からの犠牲陽極効果をうけやすくする効果があり、添加量が下限未満ではこの効果が十分でなく、上限を超えると自己腐食が増し、粒界腐食を生じる危険がある。

上記第1発明によって、耐食性にすぐれたアルミニウム熱交換器が得られるが、設計上の制約その他の要因により、さらに機械的性質、塑性加工性、犠牲陽極効果を向上させる必要が生じる場合もあるので、前記第2～第8発明はそのような場合についてのものである。

第2、第4、第6および第8発明に示す作動流体通路構成材の押出型材に添加されるMn、Mg、Zr、Ti、Cr、Feはいずれも腐食特性を大きく変えることなく、材料の強度、塑性加工性を向上させるのに役立つ。これらの元素の下限未満の添加ではその効果が十分でなく、また、Mn、Mgは上限を超える量が添加されると、押出加工性が著しく低下するため好ましくない。さらにZr、Ti、Cr、Feも上限を超えて添加すると巨大析出物を生じ、材料欠陥となるので適当

でない。

第3並びに第7発明に示すブレーシングシートの芯材に添加されるZn、Biは前記Snの効果を補足する効果を有するが、下限未満ではその効果が十分でない。Znが上限を超えて添加されると高真空雰囲気ろう付(GE法)では炉の汚染が著しくなり好ましくない。また、Biは上限を超えて添加されると熱間圧延時に割れを生じるため適当でない。

第5並びに第7発明に示すブレーシングシートの芯材に添加されるFe、Mg、Zr、Cr、Tiはともに犠牲陽極作用を阻害することなく、強度、塑性加工性を向上させるのに役立つ。なお、これらの添加元素は下限未満の添加ではその効果が十分でない。また、Mgは上限を超えて添加されると高真空雰囲気ろう付(GE法)では炉の汚染が著しくなり、好ましくない。さらにFe、Zr、Cr、Tiはともに上限を超えて添加されると巨大析出物を生じ材料欠陥となるので適当でない。

つぎに、本発明の実施例および試験結果を比較例とともに記載する。

第1表には第1発明のフィン用ブレーシングシートにおける芯材の化学成分を示す。なお皮材にはAL-10Si-1.5Mgろう材を用いた。表中A1～A3は本発明のものであり、A4～A6は比較例であり、それらの主成分は勿論ALである。

第1表

No	化 学 成 分 (%)		
	Sn	Mn	Cu
A 1	0.002	1.91	<0.01
A 2	0.010	1.06	0.02
A 3	0.018	0.40	0.08
A 4	0.001	0.50	<0.01
A 5	0.008	0.23	0.02
A 6	0.009	0.93	0.58

(注) SnおよびMnが特許請求の範囲の上限以上の材料は鋳塊割れ、圧延不良(スリキズ、

肌荒れ)を生じ、実用化できないため削除。

第2表には、第1発明の作動流体通路構成材の化学成分を示す。表中、B1～B3は本発明のものであり、B4、B5は比較例であり、それらの主成分は勿論ALである。

第2表

No	Cu (%)
B 1	0.04
B 2	0.15
B 3	0.46
B 4	0.02
B 5	0.72

第3表には、上記第1表の材料と第2表の材料とを組合せて作成した熱交換器コアについての自然電極電位測定および促進腐食試験の結果を示す。表中C1～C3は本発明品、C4～C8は比較品を示す。

特開昭58-40495(7)

第 3 表

No	材料の組合せ		有効電位差 <sup>1)</sup> (V)	最大孔食深さ(μm)	
	ブレーシング シート の 芯材	形材		交互浸漬 <sup>2)</sup> 試験	CASS <sup>3)</sup> 試験
C1	A1	B3	0.090	0.09	0.15
C2	A2	B2	0.090	0.08	0.15
C3	A3	B1	0.090	0.08	0.16
C4	A4	B2	0.065	0.56	0.74
C5	A5	B2	0.070	0.47	0.61
C6	A6	B2	0.020	0.92	>1
C7	A2	B4	0.060	0.63	0.88
C8	A2	B5	0.100	0.38 <sup>4)</sup>	0.43 <sup>4)</sup>

注 1) 有効電位差：3% NaCl 水溶液（25℃、静止）中での作動流体通路構成材とブレーシングシートフィン材芯材との自然電極電位の差であり、0.08 V 未満は不良である。

2) 交互浸漬試験：40℃、3% NaCl 水溶液（pH 3、酢酸調整）中 30 分浸漬

と 50℃ 空気吹付乾燥 30 分とを 1 か月間繰返すもので、最大孔食深さが 0.2 μm 以上は不良である。

3) CASS 試験：JIS H 8681 のキヤス試験の試験条件に従って 1 か月間実施したもので、最大孔食深さが 0.3 μm 以上は不良である。

4) No C8 の比較材では両促進腐食試験により粒界腐食が発生。

第 4 表には、第 3～第 8 発明のフィン用ブレーシングシートのうち腐食調査に供した各材料における芯材の化学成分を示す。なお、皮材には Al-10Si-1.5Mg ろう材を用いた。表中 A7～A16 は本発明のものであり、A17～A20 は比較例であり、それらの主成分は勿論 Al である。

第 4 表

No	化 学 成 分 (%)									
	Sn	Mn	Cu	Zn	Mg	Fe	Ti	Cr	Zr	Bi
A 7	0.002	1.90	<0.01	1.3						
A 8	0.002	1.91	<0.01		1.8					
A 9	0.010	1.04	0.02			0.72				
A10	0.010	1.06	0.02				0.17			
A11	0.017	0.40	0.08					0.22		
A12	0.018	0.40	0.08						0.19	
A13	0.002	1.91	<0.01							0.16
A14	0.002	1.90	<0.01	0.76		0.19	0.03	0.01		
A15	0.017	0.40	0.08	0.38	0.52	0.17	0.01		0.03	
A16	0.010	1.04	0.02	0.61		0.16	0.01			0.03
A17	0.010	1.04	0.02	1.06	2.5	0.18	0.01			
A18	0.010	1.04	0.02	2.03	1.92	0.23	0.01			
A19		1.23	0.14			0.14	0.01			
A20		1.05			0.98	0.14	0.01			

注：Fe, Ti, Cr, Zr, Bi をそれぞれ特許請求の範囲の上限を超えて含む材料は、鋳塊割れ、圧延不良を生じたため削除。

第5表には、第2、第6および第8発明の作動流体通路構成材料のうち腐食調査に供した各材料の化学成分を示す。表中B6～B13は本発明のものであり、B14～B17は比較例であり、それらの主成分は勿論Alである。

第5表

No	化 学 成 分 ( % )						
	Cu	Mn	Mg	Fe	Zr	Ti	Cr
B6	0.04	1.38					
B7	0.04		0.94				
B8	0.15			0.74			
B9	0.15				0.22		
B10	0.46					0.18	
B11	0.46						0.24
B12	0.15	0.33	0.40	0.19		0.01	
B13	0.04	0.61		0.17	0.03		0.03
B14	0.15	1.98		0.22		0.01	
B15	0.15		2.5	0.16		0.01	
B16	0.01	1.20	0.01	0.13		0.01	
B17	0.01	0.01	0.01	0.15		0.01	

注：Fe，Zr，Ti，Crをそれぞれ特許請求の範囲の上限を超えて含む材料は、鋳塊割れ、押出不良（キズ，ムシレ）を生じたため削除。  
なお、B14，B15は押出性が著しく低下

するため実用は困難。

第6表には、上記第4表の材料と第5表の材料とを組合せて作成した熱交換器コアについてのろう付性、自然電極電位測定および促進腐食試験の結果を示す。表中C9～C18は本発明品、C19～C26は比較品である。



第 6 表

流	材料の組合せ		ろう付性	有効電位差 (V)	最大孔食深さ (mm)	
	ブレージングシートの芯材	形材			交互浸漬試験	CASS試験
C 9	A 7	B 6	良	0.10	0.07	0.14
C10	A 8	B10	"	0.10	0.08	0.16
C11	A 9	B 8	"	0.09	0.09	0.16
C12	A10	B 9	"	0.09	0.08	0.17
C13	A11	B 8	"	0.09	0.09	0.16
C14	A12	B 9	"	0.09	0.09	0.15
C15	A13	B11	"	0.10	0.08	0.15
C16	A14	B12	"	0.11	0.07	0.14
C17	A15	B 7	"	0.09	0.07	0.13
C18	A16	B13	"	0.10	0.07	0.13
C19	A17	B10	不良 (フィレット 減少)	-	-	-
C20	A18	B11	不良 (フィレット 減少, フィン座周)	-	-	-
C21	A19	B 6	良	-0.03	> 1	> 1
C22	A20	B 7	"	0.02	0.86	> 1
C23	A11	B14	"	0.11	0.32 <sup>4)</sup>	0.43 <sup>4)</sup>
C24	A12	B15	"	0.10	0.48 <sup>4)</sup>	0.62 <sup>4)</sup>
C25	A 9	B16	"	0.06	0.90	> 1
C26	A10	B17	"	0.04	0.85	> 1

注：1) 2) 3) は表 3 と同じ、

4) 流 C 2 3 , C 2 4 の比較材では両促進腐食試験により粒界腐食が発生。

以上の各実施例および比較例において、流体通路を構成する材料の厚さは 1.0 mm であり、フィン用ブレージングシートの厚さは 0.16 mm (片面クラッド率 12 % ずつで両面クラッドしたもの) である。ろう付け条件は、温度が 590 ~ 610 °C で時間は 3 ~ 5 分である。また、そのときの雰囲気圧は  $10^{-5}$  torr である。さらに側枠材の厚さは 1.5 mm で、ろう付けによりフィンおよび作動流体通路構成部材を接合したのち、かしめ接合した。

以上のとおり、本発明によれば、犠牲陽極作用を有するフィン材と、その電位の差が大きくて貴な作動流体通路を構成する材料とを組合せることによって、作動流体通路構成部材の耐食性を向上させることが可能となり、アルミニウム合金製熱交換器の使用範囲が拡大されるものであって、その有用性は極めて高い。

なお、前述の如くブレージングシートの皮材として Al - 6 ~ 14 % Si (フラックスろう付用)、Al - 6 ~ 14 % Si - 0.3 ~ 2 % Mg、Al - 6 ~ 14 % Si - 0.3 ~ 2 % Mg - 0.01 ~ 0.3 % Bi (真空ろう付用)、0.1 % 以下の Bi, Sr, Ba, Sb, Be 等を含む Al - 6 ~ 14 % Si (不活性ガス雰囲気ろう付用) のいずれのろう材を用いても、本発明の本質を変えるものではなく、いずれを用いてもよく、また、ろう付法としてフラックスろう付、真空ろう付あるいは不活性ガス雰囲気ろう付のいずれを用いてもよい。

上記フィン材並びに作動流体通路構成材のアルミニウム合金の組成を限定することにより、本発明では優れた犠牲陽極効果が得られるが、そのためには前述の如く作動流体通路構成材の空気側全外表面に、防食に必要な陰極電流が供給される必要がある。かかる目的を達成するためにはフィンピッチが 10 mm 以下であることが好ましい。コルゲート型のフィンの場合を例として第 3 図に示した。フィンピッチ  $\phi$  が 10 mm

を超えると陰極電流が不足し、部分的に防食しきれなくなる場合がある。

上記熱交換器では、作動流体通路構成材として、押出形材を用いるのが一般的で、熱交換器寸法を小さくするために、サーペンタイン曲げ加工を施して使用することが多い。第4図にその概略を示す。その場合、フィン1と作動流体通路構成材3との接合部6はフィン1の犠牲陽極効果により防食されるが、サーペンタイン曲げ加工部7はフィン1からの距離が防食電流の到達範囲外にあるため、フィン1の犠牲陽極効果による防食は期待できない。そこで、熱交換器取付枠に少なくともZn 0.2~8%を含むアルミニウム合金を側板として用いることにより、側板が犠牲陽極材となってサーペンタイン曲げ加工部を保護する方法が推奨される。なお、側板とサーペンタイン曲げ加工部との間には電気的接合(導通)が成立するならば、目的は達せられるので、両者はスポット溶接、かしめ、リベット止め、ボルト締め等の通常の接合方法で

接合すればよい。

また、上述側板はそれ自体枠を構成するものであってもアルミニウム合金または鋼材からなる枠と、作動流体通路構成材のサーペンタイン曲げ部との間に挿入される板材、押出形材、鋳物または鋳塊より成形加工された部材のいずれであってもよい。側板8を枠として使用したものを例として第5図に示す。

側板はろう付処理後に装着されることを前提とし、十分な犠牲陽極効果を発揮するために、少なくともZn 0.2~8%を含有する必要がある。Zn含有量が上限を超えると、加工性の低下を生ずるとともに、自己腐食速度の増大、粒界腐食、層状腐食を生じ、枠として用いられた場合、強度の低下をもたらす。枠と作動流体通路構成材サーペンタイン曲げ加工部との間に挿入された場合でも、防食期間の短縮が生じ不適当である。さらに環境条件によっては過防食となり、サーペンタイン曲げ加工部の腐食を促進させることもある。Zn含有量が下限未満では上記効果が発

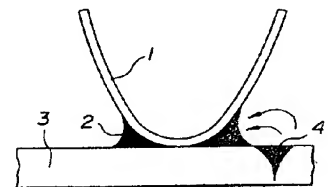
揮されない。

#### 4. 図面の簡単な説明

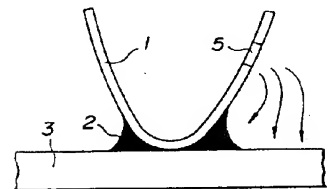
第1図は従来の熱交換器の腐食状況の説明図、第2図は本発明による犠牲陽極作用の説明図、第3図はコルゲート型フィンのフィンピッチの説明図、第4図は作動流体通路構成材(押出形材)のサーペンタイン曲げ加工部の説明図、第5図は本発明による犠牲陽極側板枠の説明図である。

1…フィン、2…ろう付けフィレット部、3…作動流体通路構成材、4, 5…孔食、6…接合部、7…サーペンタイン曲げ加工部、8…側板、 $l$ …フィンピッチ。

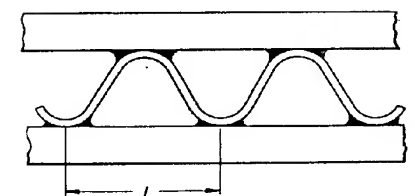
第1図



第2図



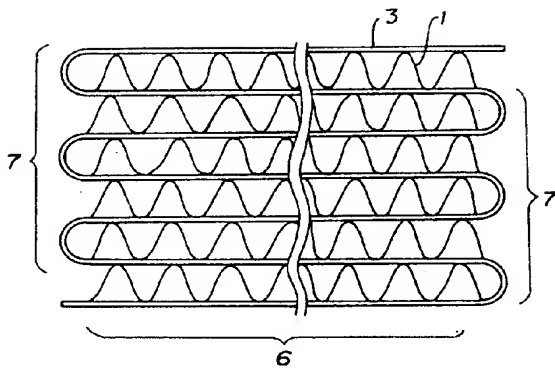
第3図



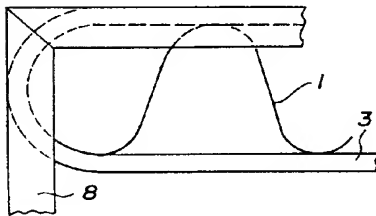
特許出願人 住友軽金属工業株式会社  
外1名

代理人 弁理士 小松秀岳

第 4 図



第 5 図



第 1 頁の続き

- ⑫発 明 者 石井勝也  
刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地日本  
電装株式会社内
- ⑬発 明 者 金田堅三  
刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地日本  
電装株式会社内
- ⑭出 願 人 日本電装株式会社  
刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地